

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 33 530.3
Anmeldetag: 23. Juli 2002
Anmelder/Inhaber: Komet Präzisionswerkzeuge Robert
Breuning GmbH, Besigheim/DE
Bezeichnung: Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft und
einem Schneidkopf
IPC: B 25 B, B 21 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

5031



STUTTGART

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Eckhard Wolf*
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Johannes Lutz*
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thomas Pfiz*

BADEN-BADEN

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thilo Corts

Zustelladresse:

Hauptmannsreute 93
D-70193 Stuttgart

Telefon 0711 - 187760

Telefax 0711 - 187765

Komet Präzisionswerkzeuge Robert Breuning GmbH

Zeppelinstraße 3

75354 Besigheim

Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft und einem Schneidkopf

A 16 464

15.07.02

f - ru

Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft und einem Schneidkopf

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft und einem Schneidkopf aus unterschiedlichen Werkstoffen, die an einander zugewandten Fügeflächen über eine Fügeschicht aus duktilem Lotmaterial stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Die Erfindung bezieht sich weiter auf ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Maschinenwerkzeugs sowie eine für die Herstellung eines solchen Maschinenwerkzeugs geeignete Lotscheibe.

Bei der Herstellung von Bohrstangen ist es bekannt, den Werkzeugschaft und den Schneidkopf aus unterschiedlichen Materialien getrennt, beispielsweise spanabhebend oder spanlos herzustellen und an einander zugewandten Fügeflächen miteinander zu verlöten (DE-A-198 56 986). Ein wesentliches Problem bei der herzustellenden Lötverbindung besteht darin, dass die zu verbindenden Materialien unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Das bedeutet, dass beim Abkühlvorgang im Bereich der Lotverbindung Spannungen auftreten können, die die Belastbarkeit des Werkzeugs herabsetzen und die zu einer Rissbildung führen können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die bekannten Maschinenwerkzeuge der eingangs angegebenen Art dahingehend zu verbessern, dass die im Fügebereich beim Abkühlen nach dem Lötvorgang auftretenden inneren Spannungen reduziert oder eliminiert werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Patentansprüchen 1, 18 und 25 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte

Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Der erfindungsgemäßen Lösung liegt vor allem der Gedanke zugrunde, dass die Fügenschicht über ihre Schichtdicke hinweg einen variablen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, mit dem Ziel, dass in der Fügenschicht auf der Schaftseite und der Kopfseite an die benachbarten Materialien angenäherte Wärmeausdehnungskoeffizienten erhalten werden. Um dies zu erreichen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass in die Fügenschicht Pulverpartikel aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial eingebettet sind. Ein variabler Wärmeausdehnungskoeffizient lässt sich dadurch erzielen, dass die Dichte der Pulverpartikel über die Dicke der Fügenschicht hinweg variiert.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Werkzeugschaft aus Stahl, vorzugsweise aus Werkzeugstahl besteht, während der Schneidkopf aus einem Material der Gruppe Hartmetall, Cermet, Keramik, PKD oder Bornitrit besteht. Die Fügenschicht enthält zweckmäßig ein Lotmaterial der Gruppe Kupfer, Silber, Kobalt oder deren Legierungen, während die in das Lotmaterial der Fügenschicht eingebetteten Pulverpartikel aus einem Material der Gruppe Wolfram, Molybdän, Eisen, Kobalt, Nickel oder deren Carbide bestehen. Die Dicke der Fügenschicht sollte ein Vielfaches des Durchmessers der Pulverpartikel betragen und vorzugsweise dem 10- bis 1000-fachen Durchmesser der Pulverpartikel entsprechen. Die Dicke der Fügenschicht selbst beträgt zweckmäßig 0,2 bis 1 mm.

Für die vorstehende Merkmalskombination ist es von Vorteil, wenn die Dichte der Pulverpartikel auf der Seite des Schneidkopfs größer ist als auf der Seite des Werkzeugschafts.

Die einander zugewandten Fügeflächen des Schneidkopfs und des Werkzeugschafts sind bevorzugt planparallel zueinander ausgebildet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass es zur Reduzierung von Fugespannungen vorteilhaft sein kann, wenn die einander zugewandten Fügeflächen des Schneidkopfs und des Werkzeugschafts vorzugsweise komplementär zueinander gekrümmt sind. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Fügefläche des Schneidkopfs konvex und die Fügefläche des Werkzeugschafts konkav gekrümmt ist. Auf diese Weise können die in der Fugeschicht zwischen Hartmetall und Lot auftretenden Spannungen, die bei planparallelen Fügeflächen zu einer Rissbildung führen könnten, reduziert werden. Alternativ dazu können die Fügeflächen auch Strukturen in Form von Rillen, Höckern, Vertiefungen, Erhöhungen aufweisen. Mit solchen Strukturen ergeben sich im gefügten Zustand Formschlüsse sowie mechanische Bereiche, die zu einem Spannungsabbau und zu einer verbesserten Momentenübertragung führen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Werkzeugschaft mindestens eine vorzugsweise schraubenförmig gewundene Spannut aufweist, die die Fugeschicht in Richtung Werkzeugkopf durchdringt. Weiter wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass der Werkzeugschaft mindestens einen vorzugsweise schraubenförmig gewundenen Funktionskanal aufweist, der die Fugeschicht in Richtung Werkzeugkopf durchdringt. Der Funktionskanal ist überwiegend dazu bestimmt, ein Kühlschmiermittel durch den Werkzeugschaft hindurch zu den Schneiden des Schneidkopfs zu führen. Für andere Anwendungen ist es grundsätzlich auch möglich, dass die Dichte der Pulverpartikel über den Radius der Fugeschicht hinweg variiert. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Lotscheibe konstruktionsbedingte Inhomogenitäten, beispielsweise einen nicht schmelzenden Kern als Zentriermittel, enthält.

Bei der Herstellung des Maschinenwerkzeugs wird gemäß der Erfindung ein vorgeformter Werkzeugschaft und ein vorzugsweise als Rohling vorge-

formter Schneidkopf durch Aufschmelzen und anschließendes Abkühlen eines Lots im Bereich eines Fügespalts unter Bildung einer Fügeschicht stoffschlüssig miteinander verbunden. Die Erfindung sieht hierbei vor, dass das Lot in Form mindestens einer Scheibe aus Lotmaterial mit eingebetteten temperaturfesten Pulverpartikeln mit über die Scheibendicke variabler Dichte in den Fügespalt eingelegt wird. Grundsätzlich ist es dabei möglich, dass die Lotscheibe zuvor an einen der Fügepartner fixiert, beispielsweise angesintert wird. Die Variation des Dichteverlaufs in der Fügeschicht kann dadurch erreicht werden, dass mehrere Lotscheiben mit unterschiedlicher Partikeldichte in den Fügespalt eingelegt und dort miteinander verschmolzen werden.

Der Verfahrensablauf bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Lötverbindung weist zweckmäßig folgende Schritte auf:

- a) Die aus dem Schneidkopf und dem Werkzeugschaft bestehenden Fügepartner werden mindestens auf Schmelztemperatur des verwendeten Lots aufgeheizt;
- b) die mindestens eine Lotscheibe wird vor, während oder nach dem Aufheizen in einen Fügespalt zwischen den Fügepartnern eingelegt;
- c) bei Erreichen der Fügetemperatur werden die einander zugewandten Kontaktflächen der Fügepartner mit aufgeschmolzenem Lotmaterial benetzt;
- d) danach werden die Fügepartner unter Bildung eines Verbundteils vorzugsweise auf Raumtemperatur abgekühlt;
- e) anschließend wird das Verbundteil vorzugsweise bei Raumtemperatur spanabhebend bearbeitet und im Fügebereich beispielsweise durch Schleifen auf gleichen Durchmesser gebracht;

- f) das so vorbereitete Verbundteil wird erneut auf eine Beschichtungstemperatur unterhalb der Fügetemperatur erhitzt und eine Zeit lang auf dieser Temperatur gehalten und dabei getempert und vorzugsweise mit einem Überzugsmaterial beschichtet;
- g) danach wird das Verbundteil unter Bildung des Fertigteils auf Raumtemperatur abgekühlt.

Der axiale Dichteverlauf der Pulverteilchen im Lotmaterial wird so ausgewählt, dass im Fertigteil eine im Wesentlichen spannungsfreie Fügezone gebildet wird. Der vorzugsweise aus Kohlenstoffstahl bestehende Werkzeugschaft wird beim Abschrecken der Fügepartner aufgehärtet und beim anschließenden Beschichtungsprozess angelassen und entspannt. Vorzugsweise wird die Lotscheibe im festen Zustand vor dem Aufheizen der Fügepartner mit einem der Fügepartner verbunden, vorzugsweise auf diesen aufgesteckt oder aufgesintert.

Die zur Herstellung der Fügeverbindung verwendete Lotscheibe besteht gemäß der Erfindung aus einem duktilen Lotmaterial, in welches Pulverpartikel aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial eingebettet ist. Vorteilhafterweise variiert die Dichte der Pulverpartikel über die Scheibendicke hinweg, wobei die Dichtevariation durch mehrere Lotscheiben mit unterschiedlicher Partikeldichte erzeugt werden kann. Für bestimmte Anwendungsfälle ist es auch möglich, Lotscheiben zu verwenden, deren Partikeldichte über den Scheibenradius hinweg variiert.

Die Lotscheibe enthält zweckmäßig ein Lotmaterial aus der Gruppe Kupfer, Silber, Kobalt oder deren Legierungen, während die in das Lotmaterial eingebetteten Pulverpartikel vorteilhafterweise aus einem Material der

Gruppe Wolfram, Molybdän, Eisen, Kobalt, Nickel oder deren Carbide bestehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Lotscheibe eine an die Kontaktstellen der Fügepartner angepasste konvexe Randkontur auf, die durch mindestens eine konkave Randausnehmung für den Durchgriff einer Spannut unterbrochen ist. Vorteilhafterweise sind zwei auf einander gegenüberliegenden Seiten angeordnete konkave Randausnehmungen vorgesehen. Außerdem können die Lotscheiben mit mindestens einer Bohrung versehen werden, die mit einem Funktionskanal in den Fügepartnern fluchtet. Für die Verbindung von Fügepartnern mit nicht ebenen Kontaktflächen kann die Lotscheibe auch als dreidimensionales Formstück mit einer entsprechenden Außenkontur und gegebenenfalls mit Querkanälen oder Durchbrüchen ausgebildet sein.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a und b die Teile eines Bohrwerkzeugs in zwei verschiedenen schaubildlichen Explosionsdarstellungen;

Fig. 1c eine schaubildliche Darstellung des Bohrwerkzeugs im Fertigzustand;

Fig. 2a und b schaubildliche Darstellungen eines Reibwerkzeugs in Explosionsdarstellung und im Fertigzustand;

Fig. 3 einen ausschnittweisen Schnitt durch die Lotscheibe des Werkzeugs nach Fig. 1 und 2 in vergrößerter Darstellung;

Fig. 4a bis g ein Schema zur Veranschaulichung der Wärmeausdehnung der Fügepartner des Maschinenwerkzeugs in verschiedenen Verfahrensstufen während des Löt- und Beschichtungsvorgangs;

Fig. 5a und b ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel zweier sich ergänzender Lotscheiben vor dem Lötvorgang;

Fig. 5c die beiden miteinander verbundenen Lotscheiben nach dem Lötvorgang;

Fig. 6 eine schaubildliche Darstellung einer als Formteil ausgebildeten Lotscheibe;

Fig. 7 eine schematische schaubildliche Explosionsdarstellung der Teile eines Maschinenwerkzeugs mit gekrümmten Fügeflächen.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigten Maschinenwerkzeuge bestehen im Wesentlichen aus einem Werkzeugschaft 10 und einem Schneidkopf 12, die an ihren einander zugewandten Fügeflächen 14,16 mittels einer Lotscheibe 18 aus duktilem Lotmaterial stoffschlüssig miteinander verbunden (verlötet) werden. Das in Fig. 1a bis c gezeigte Ausführungsbeispiel ist als Bohrwerkzeug ausgebildet, während das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2a und b als Reibwerkzeug ausgebildet ist.

Im Falle der Fig. 1a bis c weist der Werkzeugschaft 10 zwei Spanfördernuten 20 auf, die an ihren Flanken durch zwei wendelförmig gekrümmte Rücken 22 begrenzt sind. Weiter sind im Werkzeugschaft zwei im Querschnitt dreieckige Funktionskanäle 24 vorgesehen, die mit der gleichen Steigung wie die Rippen 22 wendelförmig gekrümmt sind und sich entlang der Rippen 22 des Werkzeugschafts 10 erstrecken. Der vorzugsweise aus Werkzeugstahl oder aufgekohltem Stahl bestehende Werkzeugschaft 10 bildet ein Halbfertigprodukt, dessen Spanfördernuten 20 und Funktionska-

näle 24 in einen rohrförmigen Rohling durch Rundkneten eingeformt wurden (vgl. DE-A-198 56 986). Der Schneidkopf 12 ist als Formteil vorzugsweise aus Hartmetall, Cermet, Keramik oder polykristallinem Diamant ausgebildet. Auch er enthält Spanförderernuten 26 und Funktionskanäle 28, die mit den Spanförderernuten 20 bzw. den Funktionskanälen 24 des Werkzeugschafts 10 kommunizieren.

Bei der Reibahle nach Fig. 2 ist der Werkzeugschaft 10 mit einem als Reibkopf ausgebildeten Schneidkopf 12 mittels einer Lotscheibe 18 stoffschlüssig verbunden (verlötet). Die Funktionskanäle 24,28 sind dort im Werkzeugschaft 10 und im Schneidkopf 12 zentral angeordnet.

Da der Werkzeugschaft 10 und der Schneidkopf 12 aus unterschiedlichen Materialien bestehen, weisen sie unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Beim Lötvorgang kann es in der Fügenschicht 18' und im Grenzbereich der Fügeflächen 14,16 zu inneren Spannungen kommen, die die Belastbarkeit des Werkzeugs herabsetzen und zur Rissbildung führen können. Um dies zu vermeiden, besteht die Lotscheibe aus einem duktilen Lotmaterial 30 aus Kupfer oder Silber, in das Pulverpartikel 31 aus einem temperaturfesten, also bei Füge­temperatur nicht schmelzenden Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial 30 eingebettet sind. Die Pulverpartikel 31 sind von dem Lotmaterial 30 vollständig umhüllt und werden beim Aufschmelzen mit dem Lotmaterial benetzt. Sie haben die Aufgabe, die Wärmeausdehnungskoeffizienten des Lotmaterials an die beiden Fügepartner (Werkzeugschaft 10 und Schneidkopf 12) anzupassen. Die Dichte der Pulverpartikel ist dabei über die Dicke der Lotscheibe 18 bzw. der Fügenschicht 18' hinweg variabel. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Dichte der Pulverpartikel auf der Seite 32 des Schneidkopfs 12 höher als auf der Seite 34 des Werkzeugschafts 10. Die in das Lotmaterial eingebetteten Pulverpartikel können aus einem Material der Gruppe Wolfram, Molybdän, Eisen, Kobalt, Nickel oder deren Carbide bestehen.

Bei dem in Fig. 1 bis c gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Lotscheibe 18 in Anpassung an die Kontur der Fügeflächen 14,16 eine konvexe Außenkontur 36 auf, die durch zwei konkave Randausnehmungen 38 unterbrochen ist. Die Randausnehmungen entsprechen den Spanfördermuten 20 in den benachbarten Fügepartnern 10,12. Weiter enthält dort die Lotscheibe 18 zwei im Umriss dreieckige Durchbrüche 40, die in ihrer Anordnung und Form den Funktionskanälen 24 im Werkzeugschaft 10 entsprechen. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist in der Lotscheibe 18 ein zentraler Durchbruch 14 angeordnet, über die die Funktionskanäle 24,28 im Werkzeugschaft 10 und im Reibkopf 12 nach dem Fügevorgang kommunizieren.

Beim Lötvorgang wird die Lotscheibe 18 zwischen die Fügeflächen 14,16 des Werkzeugschafts 10 und des Schneidkopfs 12 eingelegt. Anschließend werden die betreffenden Teile auf Schmelztemperatur des Lotmaterials aufgeheizt und unter Bildung der Fugeschicht 18' miteinander verbunden.

Die beim Lötvorgang und bei einem anschließenden Beschichtungsvorgang aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnung in den beiden Fügepartnern 10,12 auftretenden Größenveränderungen sind schematisch in dem Ablaufschema nach Fig. 4 dargestellt. Dort ist jeweils links der aus Stahl bestehende Werkzeugschaft 10 und rechts der aus Hartmetall bestehende Schneidkopf 12 in einer Seitenansicht und ganz rechts in einer Draufsicht vom Werkzeugschaft aus dargestellt. Die Fügezone 18" zwischen den beiden Fügepartnern 10,12 ist der Einfachheit halber durch einen Spalt 18" angedeutet. Dieser Spalt 18" enthält die Lotscheibe 18 (Fig. 4a) bzw. die Fugeschicht 18' (Fig. 4b bis g). Die Größenveränderungen (Länge und Durchmesser) der Fügepartner sind in Fig. 4 zur Veranschaulichung übertrieben dargestellt.

Am Ausgangspunkt in Fig. 4a werden die Fügepartner 10,12 als gleich große zylindrische Bauteile dargestellt. Beim Erwärmen auf Fügetemperatur von 1100 °C (Kupferlot) dehnen sich die Zylinder aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnung verschieden aus. Das Bauteil 10 (Stahl) dehnt sich mehr aus als das Bauteil 12 (Hartmetall). Da zwischen den Bauteilen noch keine Verbindung besteht, treten im Zuge der Aufheizung keine inneren Spannungen im Fügebereich auf. Nach Erreichen der Fügetemperatur bei 1100 °C (Fig. 4c) wird das Lotmaterial schmelzflüssig. Die vergrößerten Zylinder bilden bei dieser Temperatur eine stoffschlüssige und noch spannungsfreie Verbindung. Beim Abkühlen auf Zimmertemperatur (Fig. 4d) erstarrt das Lot, während in den Bauteilen 10 und 12 eine Durchmesser verringering auftritt. Außerdem bildet sich im Bereich schneller Abkühlung im Stahl eine Neuhärtezone 10', die mit einer vergrößerten Gitterspannung und einer Volumenvergrößerung verbunden ist. Im abgekühlten Zustand wird das Bauteil spanabhebend fertig bearbeitet (Fig. 4e). Dabei werden die Bauteile auf gleichen Durchmesser geschliffen. Für das Werkzeug und den Schneidstoff ist es unerlässlich, dass die Teile nach dem Verbinden mit einem hochharten Material, wie Titan, Titannitrit, Bohrnitrit oder Aluminiumnitrit beschichtet werden. Dazu wird das Werkzeug auf eine Beschichtungstemperatur von ca. 500 °C aufgeheizt (Fig. 4f). Das Beschichtungsmaterial wird bei der Beschichtungstemperatur im Vakuum auf das Werkzeug aufgedampft. Dabei wird die Temperatur über eine gewisse Zeitdauer konstant gehalten. Bei der erhöhten Temperatur tritt im Stahl eine Gefügeänderung ein, aufgrund der die Aufhärtung in der Neuhärtezone 10' rückgängig gemacht wird. Gleichzeitig ergibt sich dabei eine Volumenverringering im Stahl (Fig. 4g). Beim anschließenden Abkühlen führt dies dazu, dass das Bauteil 10 im Bereich der Zone 10' einen kleineren Außendurchmesser erhält als unmittelbar nach dem Lötprozess. Dabei entsteht die Gefahr, dass im Fügebereich innere Spannungen auftreten. Diese Spannungen werden erfindungsgemäß durch die in Fig. 3 schematisch angedeutete Variation der Pulverdichte in der Fügenschicht 18' vermieden. Die Lotscheibe 18 muss hinsichtlich ihrer Duktilität und Wärme-

ausdehnung also so ausgelegt werden, dass im beschichteten Arbeitszustand (Fig. 4g) weitgehend Spannungsfreiheit in der Fügeschicht 18' und in den benachbarten Bereichen der Fügeflächen 14,16 besteht. In den Zwischenzuständen muss das Lot die gegebenenfalls auftretenden Spannungen aufgrund seiner Duktilität und der örtlich variierenden Wärmeausdehnung aufnehmen.

Wie die Fig. 5a bis c und 6 zeigen, kann die Lotscheibe 18 auch als Formteil ausgebildet sein, in das kanalbildende Ausnehmungen 42 oder Bohrungen 44 eingeformt sind. Im Falle der Fig. 5a und b sind zwei sich ergänzende Lotscheiben 18 vorgesehen, deren randoffene Ausnehmungen 42 sich nach dem Lötvorgang zu geschlossenen Radialkanälen 42' ergänzen.

Im Falle der Fig. 6 ist die Lotscheibe 18 als dreidimensionales Formstück ausgebildet, das einen konischen Zentrierabschnitt 46 und Schrägbohrungen 44 aufweist. Die Fügeflächen 14,16 der Fügepartner 10,12 müssen dazu an die benachbarten Außen- bzw. Innenkonen 46,46' der Lotscheibe 18 angepasst sein. Dem konischen Zentrierabschnitt 46,46' kommt hierbei neben der Zentrierfunktion auch eine Orientierungsfunktion zu, die sicherstellt, dass die Lotscheibe mit ihrer variablen Wärmeausdehnung in der richtigen Orientierung eingesetzt wird.

Bei den in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispielen sind die Fügeflächen 14,16 der Fügepartner 10,12 als zueinander parallele Planflächen ausgebildet. Versuche haben gezeigt, dass vor allem in einem Hartmetallkörper als Fügepartner Risse auftreten können, die von Fügesspannungen herrühren. Diese unzulässigen Fügesspannungen können dadurch reduziert oder vermieden werden, dass die einander zugewandten Fügeflächen konkav und/oder konvex gekrümmt werden. Im Falle des Ausführungsbeispiels nach Fig. 7 ist die Fügefläche 16 des vorzugsweise aus Hartmetall bestehenden Schneidkopfs konvex und die Fügefläche 14 des

Werkzeugschafts 10 konkav gekrümmt, wobei die Lotscheibe 18 an ihren den Fügepartnern zugewandten Seiten 32,34 eine hierzu komplementäre Krümmung aufweist. Zur Veranschaulichung sind die betreffenden Krümmungen in Fig. 7 übertrieben dargestellt.

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf ein Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft 10 und einem Schneidkopf 12 aus unterschiedlichen Werkstoffen, die an einander zugewandten Fügeflächen 14,16 über eine Fügeschicht 18' aus duktilem Lotmaterial stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Um eine weitgehend spannungsfreie Lötverbindung zu erhalten, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass in die Fügeschicht 18' Pulverpartikel 31 aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial 30 eingebettet sind, wobei die Dichte der Pulverpartikel 31 über die Dicke der Fügeschicht 18' hinweg variiert.

Patentansprüche

1. Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft (10) und einem Schneidkopf (12) aus unterschiedlichen Werkstoffen, die an einander zugewandten Fügeflächen (14,16) über eine Fügeschicht (18') aus duktilem Lotmaterial stoffschlüssig miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Fügeschicht (18') Pulverpartikel (31) aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial (30) eingebettet sind.
2. Maschinenwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichte der Pulverpartikel (31) über die Dicke der Fügeschicht (18') hinweg variiert.
3. Maschinenwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügeschicht (18') über ihre Schichtdicke hinweg einen variablen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist.
4. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkzeugschaft (10) aus Stahl, vorzugsweise aus Werkzeugstahl besteht.
5. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidkopf aus einem Material der Gruppe Hartmetall, Cermet, Keramik oder PKD besteht.
6. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichte der Pulverpartikel (31) innerhalb der Fügeschicht (18') auf der Seite (32) des Schneidkopfs (12) höher als auf der Seite (34) des Werkzeugschafts (10) ist.

7. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügeschicht (18') auf der Seite (32) des Schneidkopfs (12) einen kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten als auf der Seite (34) des Werkzeugschafts (10) aufweist.
8. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichte der Pulverpartikel (31) über den Radius der Fügeschicht (18') hinweg variiert.
9. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einander zugewandten Fügeflächen (14,16) des Werkzeugschafts (10) und des Schneidkopfs (12) vorzugsweise zueinander komplementär gekrümmt sind.
10. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügefläche (14) des Schneidkopfs (12) konvex gekrümmt ist.
11. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügefläche (14) des Werkzeugschafts (10) konkav gekrümmt ist.
12. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkzeugschaft (10) mindestens eine vorzugsweise schraubenförmig gewundene Spanfördermut (26) aufweist, die die Fügeschicht (18') in Richtung Schneidkopf (12) durchdringt.
13. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkzeugschaft (10) mindestens einen vorzugsweise schraubenförmig gewundenen Funktionskanal (28) aufweist, der die Fügeschicht (18') in Richtung Schneidkopf (12)

durchdringt.

14. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügeschicht (18') ein Lotmaterial der Gruppe Kupfer, Silber, Kobalt oder deren Legierungen enthält.
15. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in das Lotmaterial (30) der Fügeschicht (18') eingebetteten Pulverpartikel (31) aus einem Material der Gruppe Wolfram, Molybdän, Eisen, Kobalt, Nickel oder deren Carbide bestehen.
16. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Fügeschicht (18') dem 10- bis 1000-fachen Durchmesser der Pulverpartikel (31) entspricht.
17. Maschinenwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Fügeschicht (18') 0,1 bis 2 mm beträgt.
18. Verfahren zur Herstellung eines Maschinenwerkzeugs, bei welchem ein vorgeformter Werkzeugschaft (10) und ein vorzugsweise als Rohling vorgeformter Schneidkopf (12) durch Aufschmelzen und anschließendes Abkühlen eines Lots (18) im Bereich eines Fügespalts unter Bildung einer Fügeschicht (18') stoffschlüssig miteinander verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lot in Form mindestens einer Lotscheibe (18) aus Lotmaterial (30) mit eingebetteten temperaturfesten Pulverpartikeln (31) in den Fügespalt eingelegt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Fügespalt eine Lotscheibe eingelegt wird, deren Pulverpartikel eine

über die Scheibendicke variable Dichte aufweisen.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Lotscheiben mit unterschiedlicher Partikeldichte in den Fügespalt eingelegt und dort miteinander verschmolzen werden.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
 - a) die aus Werkzeugschaft (10) und Schneidkopf (12) bestehenden Fügepartner werden auf Fügetemperatur aufgeheizt,
 - b) die mindestens eine Lotscheibe (18) wird vor, während oder nach dem Aufheizen in einen Fügespalt zwischen den Fügepartnern (10,12) eingelegt;
 - c) bei Erreichen der Fügetemperatur werden die einander zugewandten Fügeflächen (14,16) der Fügepartner (10,12) mit aufgeschmolzenem Lotmaterial (30) benetzt;
 - d) danach werden die Fügepartner unter Bildung eines Verbundteils auf Raumtemperatur abgekühlt;
 - e) anschließend wird das Verbundteil bei Raumtemperatur spanabhebend bearbeitet und im Fügebereich beispielsweise durch Schleifen auf gleichen Durchmesser gebracht;
 - f) das so vorbereitete Verbundteil wird erneut auf eine Beschichtungstemperatur unterhalb der Fügetemperatur erhitzt und eine Zeit lang auf dieser Temperatur gehalten und dabei vorzugsweise mit einem Überzugsmaterial beschichtet;

- g) danach wird das Verbundteil unter Bildung des Fertigteils auf Raumtemperatur abgekühlt.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der axiale Dichteverlauf der Pulverteilchen (31) im Lotmaterial so ausgewählt wird, dass im Fertigteil eine im wesentlichen spannungsfreie Fügezone gebildet wird.
23. Verfahren nach Anspruch 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gefüge des aus Kohlenstoffstahl oder einem oberflächlich aufgekohlten Einsatzstahl bestehenden Werkzeugschafts (10) beim schnellen Abkühlen der Fügepartner aufgehärtet und beim anschließenden Temperungs- und/oder Beschichtungsprozess angelassen und entspannt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lotscheibe (18) im festen Zustand vor dem Aufheizen der Fügepartner (10,12) mit einem der Fügepartner verbunden, vorzugsweise auf diesen aufgesteckt oder aufgesintert wird.
25. Lotscheibe bestehend aus einem duktilen Lotmaterial, in welches Pulverpartikel aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial eingebettet sind.
26. Lotscheibe nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichte der Pulverpartikel (31) über die Scheibendicke hinweg variiert.
27. Lotscheibe nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichte der Pulverpartikel über den Scheibenradius variiert.

28. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ein Lotmaterial aus der Gruppe Kupfer, Silber, Kobalt und deren Legierungen enthält.
29. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in das Lotmaterial (30) eingebetteten Pulverpartikel (31) aus einem Material der Gruppe Wolfram, Molybdän, Eisen, Kobalt, Nickel oder deren Carbide bestehen.
30. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine konvexe Kontur (36) aufweist, die durch mindestens eine konkave Randausnehmung (38) unterbrochen ist.
31. Lotscheibe nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei auf einander gegenüberliegenden Seiten angeordnete konkave Randausnehmungen (38) vorgesehen sind.
32. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mindestens eine Bohrung (44) aufweist.
33. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie als dreidimensionales Formstück ausgebildet ist.
34. Lotscheibe nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Formstück eine durch Bohrungen (42',44), Ausnehmungen (42), Rillen gebildete Funktionsstruktur aufweist.
35. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zwei zueinander planparallele Fügeflächen (32,34) aufweist.

36. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass ihre einander abgewandten Fügeflächen (32,34) konvex und/oder konkav gekrümmt sind.
37. Lotscheibe nach einem der Ansprüche 25 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass ihre Fügeflächen (32,34) eine aus Erhöhungen und/oder Vertiefungen gebildete Oberflächenstruktur aufweisen.

Zusammenfassung

Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft und einem Schneidkopf

Die Erfindung bezieht sich auf ein Maschinenwerkzeug mit einem Werkzeugschaft (10) und einem Schneidkopf (12) aus unterschiedlichen Werkstoffen, die an einander zugewandten Fügeflächen (14,16) über eine Fügeschicht (18') aus duktilem Lotmaterial stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Um eine weitgehend spannungsfreie Lötverbindung zu erhalten, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass in die Fügeschicht (18') Pulverpartikel (31) aus einem temperaturfesten Werkstoff mit kleinerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Lotmaterial (30) eingebettet sind, wobei die Dichte der Pulverpartikel (31) über die Dicke der Fügeschicht (18') hinweg variiert.

(Fig. 1a)

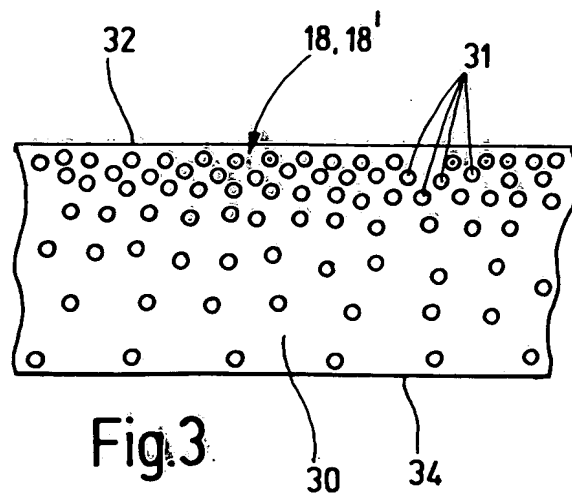
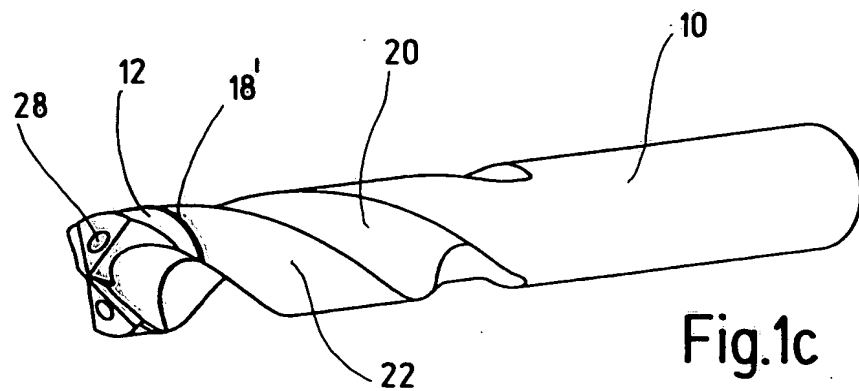
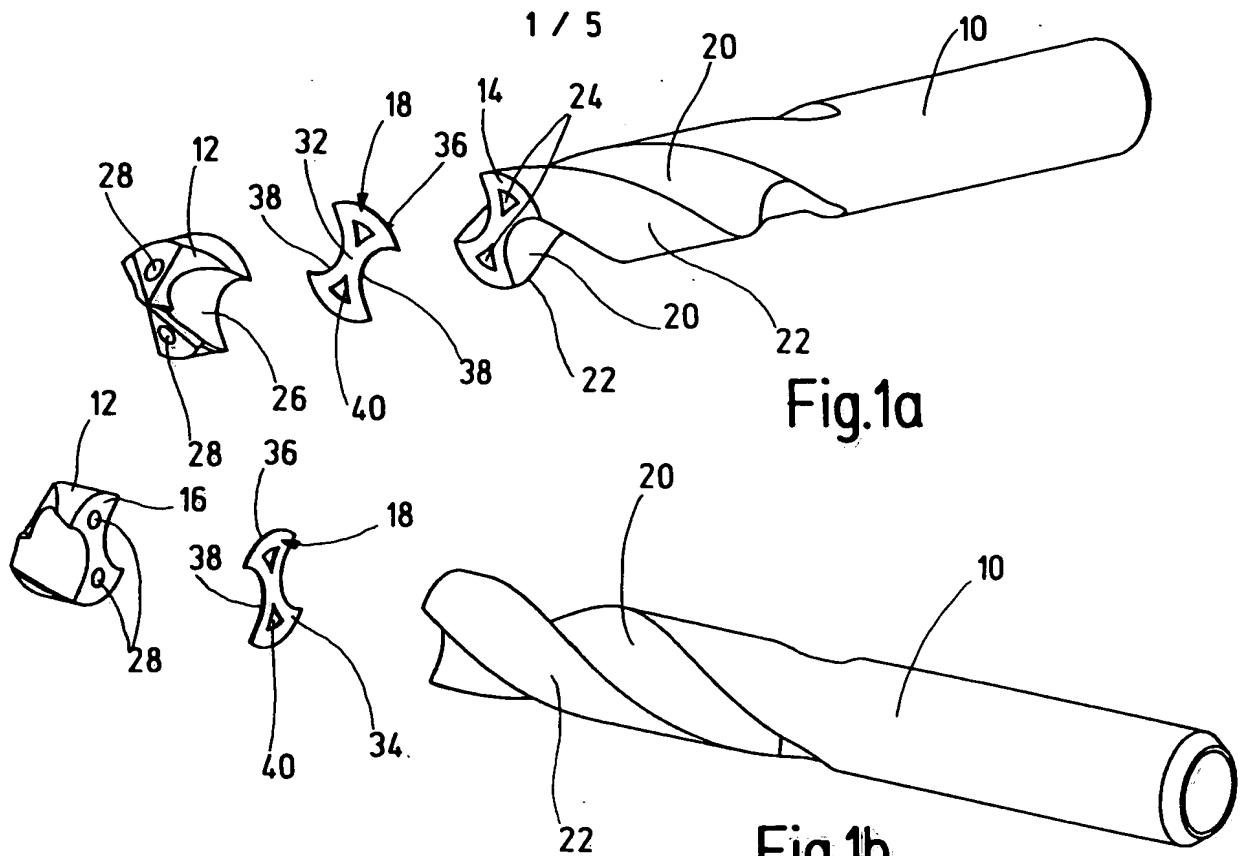


Fig. 3

K O M E T

A 16 464

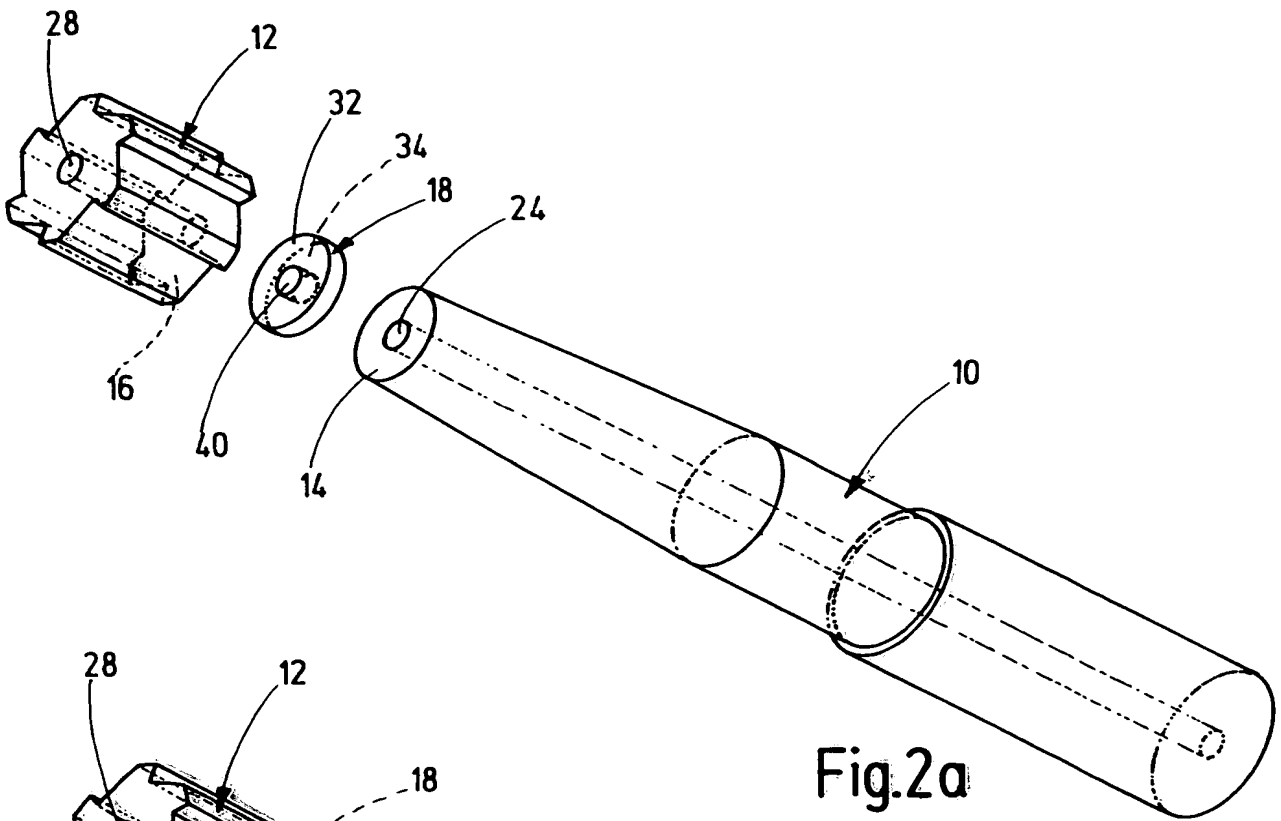


Fig. 2a

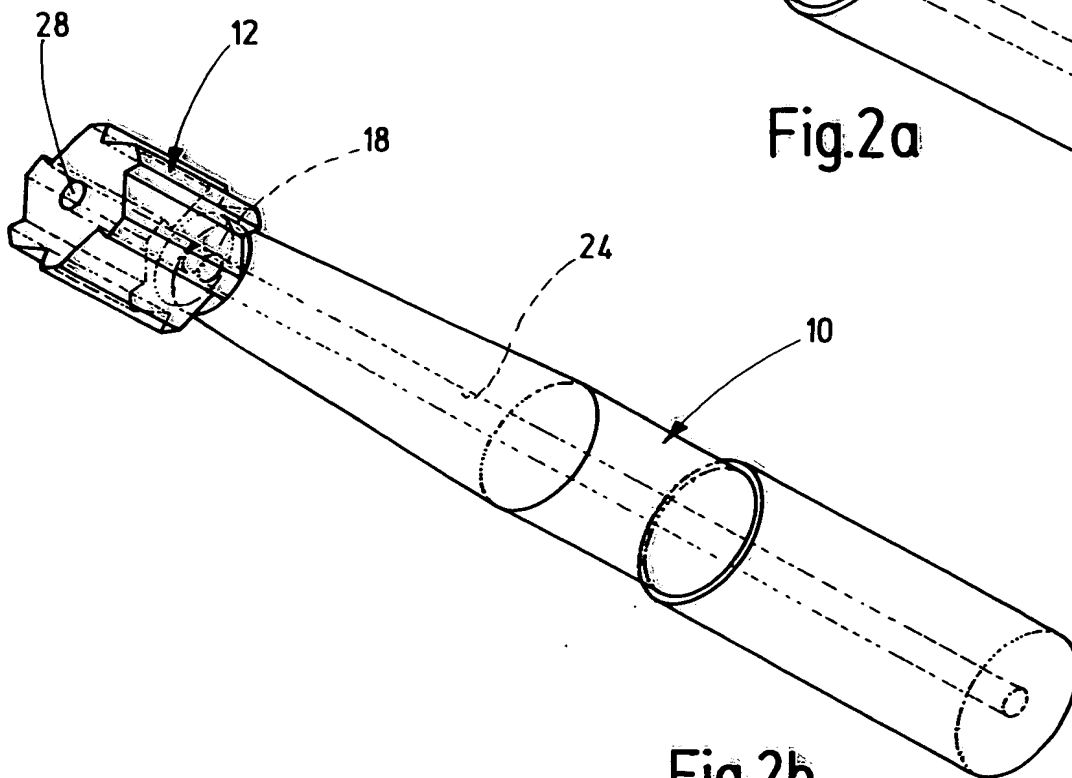


Fig. 2b

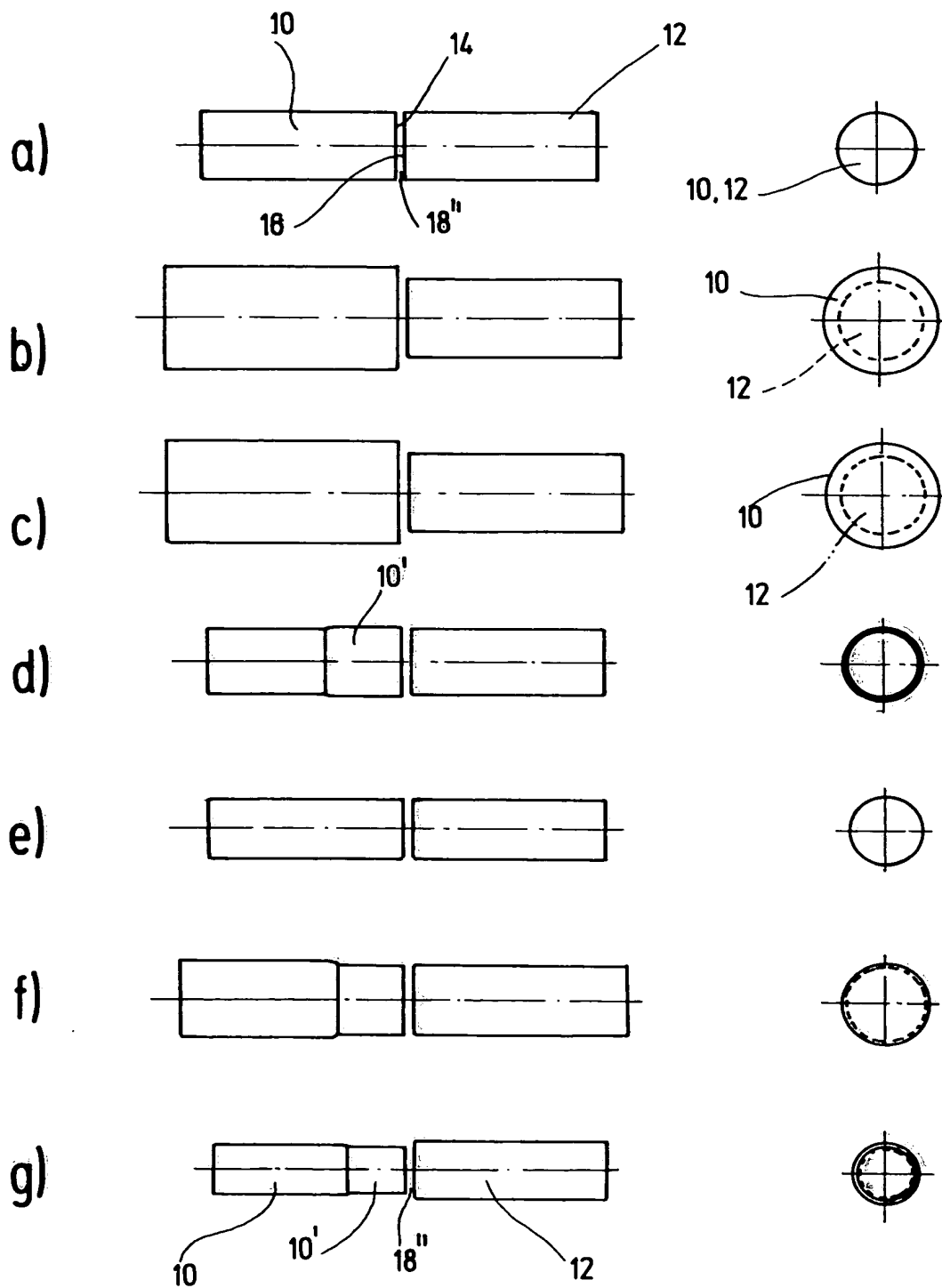


Fig.4

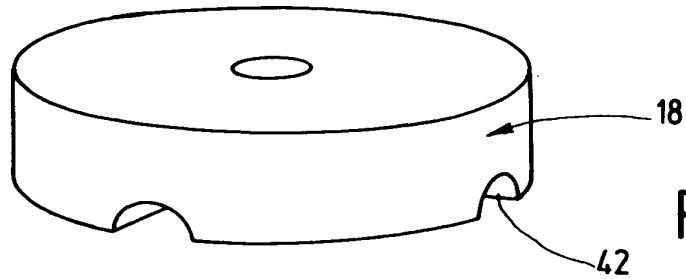


Fig.5a

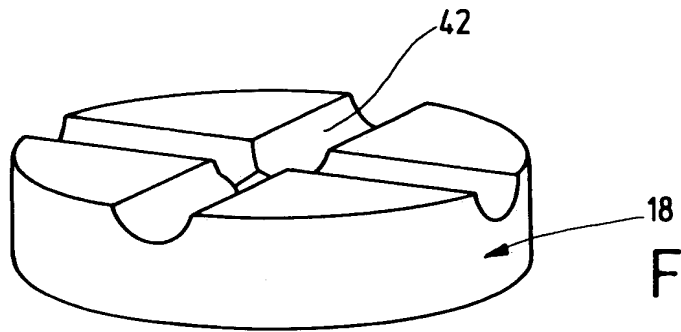


Fig.5b

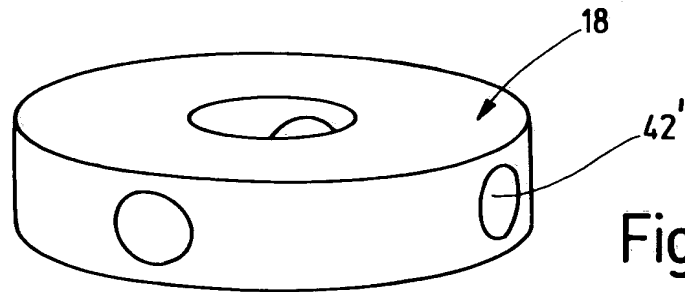


Fig.5c

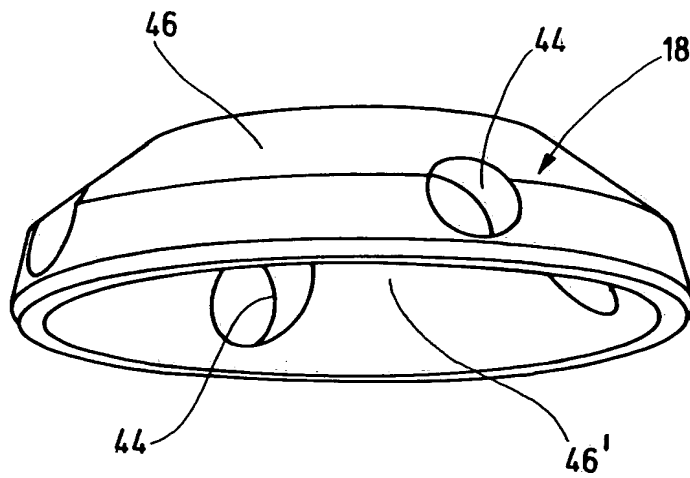


Fig.6

